

aus der niedrigeren Fadentemperatur, während das langsame Abklingen auf die größeren Wärmestrahlungsverluste durch den straff ausgespannten Faden (RE 134) bzw. durch die durch Unterteilung vergrößerte Oberfläche des Heizfadens und die notwendige Erwärmung der Oxydschicht (RE 134) zurückzuführen ist. Die Kurvenform ist die Ursache dafür, daß das Hintereinanderschalten von Halbwatt-Lampen und Verstärkerrohren fast gänzlich gefahrlos ist; denn die Halb-

fachen Wert des Endstromes hat. Daß im ersten Moment der Strom lediglich von der Drossel bestimmt wird, zeigt sich an der Krümmung im ersten Teil der Kurve, die dieselbe Form wie in Abb. 4 hat. Wie die Abb. 6 zeigt, verursacht der Kondensator eine Phasenverschiebung in dem Sinne, daß das Strommaximum hinter der Drossel etwas später als vor ihr eintritt. Gleichzeitig ist damit eine Verflachung verbunden, so daß der Einschaltstrom nur noch das 3,75fache seines Endwertes erreicht. Damit ist dem

watt-Lampe erreicht ihr Strommaximum nach 0,27 ms, während die entsprechenden Werte für die RE 134 0,43 ms und für die RE 154 0,77 ms betragen. Letztere gelten natürlich nur für eine Spannung von 4 Volt. Wenn beim Hintereinanderschalten die Röhren ein größerer Einschaltstrom durchfließt, so tritt auch eine höhere Fadenspannung auf, doch nur so lange, wie die Fäden ihre Arbeitstemperatur noch nicht erreicht haben. Da dies nun bei den Röhren so viel später eintritt als bei der Halbwatt-Lampe, kann die Überlastung, wenn sie überhaupt noch vorhanden ist, nur sehr geringfügig sein.

Bisher ist nur von zwei Schaltelementen, Halbwatt-Lampen und Röhren, die Rede gewesen. Tatsächlich kommen bei Netzempfängern immer noch zwei weitere hinzu, das sind Kondensator und Drossel, die Bestandteile der in den meisten Fällen notwendigen Drosselkette. Die Kondensatoren allein haben so gut wie keinen Einfluß auf die Form der Einschaltkurve, da sie nur während eines Bruchteiles einer Millisekunde Strom aufnehmen, bis sie aufgeladen sind. In Verbindung mit Drosseln rufen sie aber eine Phasenverschiebung hervor, die, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Verminderung des Einschaltstromstoßes zur Folge hat. Von ganz einschneidender Wirkung aber ist die Drosselspule. Ihre Einschaltcharakteristik ist in Abb. 4 gegeben. Da sie der entsprechenden Kurve der Halbwatt-Lampe genau entgegengesetzt verläuft, muß sie die Stromspitze bei Hintereinanderschaltung beider Elemente unbedingt heruntcrdrücken. Diese beruhigende Wirkung wird um so größer, je höher die Selbstinduktion und je kleiner der Widerstand der verwendeten Drossel ist. Die Drossel, deren Stromanstiegskurve, erhalten durch Anschalten an einen 4 Volt-Akkumulator, in Abb. 4 wieder gegeben ist, ist noch als verhältnismäßig ungünstig anzusehen, da sie bei 30 Ohm Widerstand nur eine Selbstinduktion von etwa 0,8 Hy hat. Im allgemeinen dürften

Stromstoß beim Anlegen der Netzspannung seine scheinbare Gefährlichkeit genommen.

Nun könnte man einwenden, daß der langsamere Stromanstieg sich wieder ungünstiger auswirkt, da die Heizfäden nun mehr Zeit zur Erwärmung haben und dann einen höheren Strom aufzunehmen gezwungen sind. Um diese Frage zu klären, wurden die Fadenspannungen an zwei in einem Netzempfänger eingebauten Röhren gemessen. In Abb. 7 gibt die obere Kurve den Stromverlauf nach der Drosselkette wieder, der derselbe ist wie in Abb. 6. Die etwas gedrangtere Form ergibt sich durch eine andere Teilung der Zeitachse. Die untere Kurve zeigt die Fadenspannung einer im selben Stromkreise liegenden RE 134. Infolge des ersten Stromstoßes steigt die Spannung des Heizfadens schnell auf das 1,35fache ihres Normalwertes. Dies hat auf die Röhre aber durchaus keinen schädigenden Einfluß, denn die Spannung sinkt gleich danach unter den Normalwert, um ihn erst nach ganz langsamem Anstieg in etwa 0,58 sec zu erreichen. Das verhältnismäßig sehr langsame Anwachsen der Spannung erklärt sich daraus, daß der den Heizfaden durchfließende Strom jetzt durch die Lampe begrenzt ist, während er beim direkten Anschluß an einen 4 Volt-Akkumulator lediglich durch den Fadenwiderstand bestimmt wird. Da nun die Halbwatt-Lampe trotz der Drosselkette ihre Normaltemperatur schneller als die Röhre erreicht, wie ein Vergleich der Abb. 6 und 2 bzw. 3 zeigt, kann die Fadenspannung nach dem ersten plötzlichen Anstieg durch den nun begrenzten Strom nur noch langsam weiter anwachsen.

Die Abb. 8 zeigt die gleiche Aufnahme mit der RE 054. Hier geht die Fadenspannung gleich auf das 1,5fache des Endwertes und sinkt dann nur noch unwesentlich unter diesen. Doch genügt auch dies geringe Nachlassen der Spannung zu der Feststellung, daß selbst die RE 054 beim Einschalten keineswegs überlastet wird. Die Normalspan-

$\frac{Dr}{-to i m V} \text{-----} 0$

$\frac{V}{20}$

$\frac{Dr}{C-100F \text{ } Dr: 18 \text{ } m} \text{-----} 883.9$

Abb. 9

weit bessere Drosseln Verwendung finden. In der dem untersuchten Netzempfänger vorgeschalteten Drosselkette, deren Schaltung Abb. 9 wiedergibt, waren zwei solcher Drosseln enthalten. Der Kondensator hatte eine Kapazität von 10⁶F.

Die Wirkung der Drosselkette auf den Einschaltstrom veranschaulichen die Abb. 5 und 6 die den Verlauf des Stromes vor (Abb. 5) bzw. hinter (Abb. 6) der Drosselkette zeigen. Man erkennt, daß die Kurvenform bedeutend flacher geworden ist und das Maximum nur noch den 6,4-

nung erreicht die RE 054 nach etwa 0,56 sec. Bei dieser Röhre erklärt sich die der RE 134 gegenüber etwas höhere Spannung kurz nach dem ersten Stromstoß aus ihrer geringeren Wärmeträgheit, die sich auch aus der Abb. 3 erkennen läßt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei richtiger Dimensionierung die Röhren in Gleichstromnetzempfängern durchaus nicht gefährdet sind. Man kann sogar sagen, daß die Röhren auch bei Benutzung von Halbwatt-Lampen viel schonender eingeschaltet werden als bei der

